

TRAITEMENT D'UN TERRIL EN COMBUSTION PAR CONFINEMENT (schistier Simon, Houillères du Bassin de Lorraine)

PAQUETTE Yves¹, TULEWEIT Court², AUDOUIN Michel³, LAC Christophe³

¹ Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Parc Technologique ALATA, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte, ineris.saint-etienne@wanadoo.fr

² Houillères du Bassin de Lorraine, Unité d'Exploitation Jour, BP 5001, 57802 Freyming-Merlebach, hbl.uejour@wanadoo.fr

³ SEPIA, Bureau d'Ingénieurs Conseil, 26 Rue Ampère, 91430 Igny, mh.audouin@free.fr, be.sepia@free.fr

RESUME : Les Houillères de Bassin de Lorraine ont dû engager d'importants travaux de terrassement pour confiner un terril de schistes de lavoirs de 3,5 millions de m³ en combustion depuis quelques années dans le fond d'une vaste carrière de sable. L'invasissement épisodique de la carrière par des fumerolles à l'odeur âcre, chargées en monoxyde de carbone, lors d'inversions thermiques hivernales empêchant toute dispersion naturelle des fumées, a provoqué de sérieuses nuisances environnementales pour le voisinage. Le choix de la méthode de traitement a été réalisé après une analyse des températures de surface du dépôt, par thermographie aéroportée, complétée par une reconnaissance des températures internes en sondages. Le confinement du dépôt sous 600 000 m³ de sables, extraits pour l'essentiel directement sur le site de l'ancienne carrière, a supprimé toutes ces nuisances.

MOTS-CLEFS : terril, charbon, auto-combustion, fumerolles, monoxyde de carbone, confinement

ABSTRACT : The Houillères de Lorraine coal fields have to engage works to confine a coal washery spoil heaps which was self-heating for few years. The coal waste (3,5 millions m³) was located at the bottom of a great sand quarry. Environmental hazards were due to the harmful gas emissions, rich in carbon monoxide, during winter thermal inversion. The treatment had been chosen after analysis of the surface temperature by airborne thermographic study and after logging of internal temperatures in boreholes. The tip had been confined under 600 000 m³ of sand mainly extracted directly in the old quarry.

KEY-WORDS : spoil heaps, coal, spontaneous combustion, gas emissions, carbon monoxide, confined

1. Contexte général

Le schistier de la carrière Simon (commune de Schoeneck, département de Moselle) est un terril de 3,5 millions de m³ implanté dans le fond d'une vaste carrière (superficie : 75 ha, longueur : 1600 m, largeur : 600 m, profondeur : 100 m) dans les sables gréseux du Grès vosgiens, utilisés jusqu'en 1986 pour le remblayage des travaux miniers souterrains.

Le terril a été construit de 1986 à 1997 dans le secteur Sud de la carrière, par déversement de schistes houillers de lavoir de 0-150 mm de granulométrie, à partir d'une bande transporteuse et d'une sauterelle. Les matériaux, issus de l'ancien lavoir du siège Simon, étaient introduits dans la carrière à partir d'une ancienne galerie à flanc de carrière utilisée autrefois pour l'introduction des sables extraits vers les travaux souterrains à remblayer.

Le terril se présentait sous la forme d'une vaste plate-forme au débouché de la galerie d'arrivée des produits, large de 400 m, profonde de 200 m, appuyée au Sud et à l'Ouest sur les flancs de la carrière. Le talus, haut de 50 à 59 m, était intégralement à la pente de verse (35°), avec un granoclassement des éléments grossiers en partie basse.

Le secteur Nord du fond de carrière est occupé par un vaste bassin (superficie de 18 ha) contenant près de 2,5 millions de mètres de schlamms (fines de charbon décantées par voie humide). Une grande digue sépare ce bassin du schistier. Elle est en partie accolée au pied de talus du schistier

dans sa partie Est. Les schlamms sont destinés, une fois ressuyés, à être récupérés par terrassement pour être brûlés localement en centrale thermique.

2. Historique des échauffements

Avec l'achèvement du dépôt, des autoéchauffements chroniques des schistes ont pris de l'ampleur à partir de 1998, sur une bonne partie du flanc exposé à l'air et aux intempéries. Ceux-ci sont apparus principalement dans le secteur Ouest, au droit de ravines en crête de talus, initiées par le ruissellement incontrôlé des eaux de la plate-forme vers les flancs (figure 1).

L'infiltration des eaux de ruissellement et le lessivage des matériaux fins a permis l'oxydation des pyrites et des charbons contenus dans le dépôt.



Figure 1 : Vue de la carrière Simon (début 1999).

Au premier plan : bassin à schlamms. Au second plan : schistier Simon, le haut de talus du secteur Ouest, raviné, est masqué par des sables limoneux pour confiner les premiers auto-échauffements

Ces réactions exothermiques ont déclenché l'auto-combustion des matériaux carbonés (teneur en cendres des schistes de SIMON de l'ordre de 75%, pouvoir calorique supérieur : 1200 kth/t), entretenue ensuite par leur teneur en matières volatiles relativement élevée (Paquette, 1997).

Début 1999, les foyers ont commencé à dégager d'abondantes fumées et à se généraliser à l'ensemble de la crête du schistier. Des premiers travaux de confinement ont alors été réalisés avec l'apport de 30 000 m³ de sables argileux provenant de la carrière de MERLEBACH ou de chantiers de terrassements locaux, utilisés pour masquer sur une épaisseur de 0,5 à 1 m les hauts de talus et le bord de la plate-forme.

Au cours de l'hiver 1999 / 2000, des foyers sont apparus dans la zone centrale, en partie basse du talus, là où la granulométrie des matériaux est la plus forte. Attisés par les rafales de vents, ces foyers ont accru le volume des fumées âcres émises et provoqués de sérieuses nuisances olfactives pour les riverains (figure 2).



Figure 2 : Schistier Simon, zone centrale, 3 décembre 1999 : fumerolles en pied de talus, de part et d'autre de la coulée de sablons, poussés depuis le haut de talus pour confiner l'échauffement.

S'ajoutèrent à ces désagréments des désordres environnementaux plus sérieux liés à l'envahissement total de la carrière par les fumées produites lors des classiques inversions thermiques en période hivernale. L'excavation a été plusieurs fois (entre novembre 1999 et mars 2000) intégralement noyée dans un brouillard matinal, chargé de fumées et de monoxyde de carbone, qui ne se dissipait que vers midi (figure 3). Ce brouillard stagnant débordait de la carrière et enveloppait les abords, menaçant plus directement un lycée technique situé en bord de crête au Sud-Est.

Les teneurs en monoxyde de carbone mesurées à cette occasion dans l'atmosphère aux abords de la carrière, atteignaient pendant quelques heures de l'ordre de 15 à 20 ppm ; elles dépassaient la centaine de ppm dans la carrière. Les analyses de gaz ont également révélé, pendant ces périodes de stagnation des fumées, 4 à 5 ppm de dioxyde de soufre ainsi que des traces d'hydrogène sulfuré (de l'ordre de 1 ppm). Une télésurveillance renforcée du site a été mise en place par caméra vidéo et par 4 têtes de mesure de CO, reliées au télévigile des Houillères du Bassin de Lorraine.

L'apport de sablons extérieurs au site a été repris au dernier trimestre 1999 (43 000 m³) pour tenter de contenir les foyers en partie basse. Les matériaux étaient poussés au bouteur depuis le haut de talus sur le flanc, en formant une grande coulée épaisse de 1 à 3 mètres et large d'une cinquantaine de mètres. Malheureusement, les foyers ainsi recouverts se sont rapidement déplacés latéralement de part et d'autre du masque pour retrouver les entrées d'air (effet cheminée) et le volume des fumées ne s'est pas atténué.



Figure 3 : Carrière Simon envahie de fumée lors d'une période d'inversion thermique (30 janvier 2000).

3. Mesures conservatoires

Au cours du 1^{er} semestre 2000, des mesures conservatoires préconisées alors par l'INERIS ont consisté :

- à réaliser un premier masque du pied de talus (22 m de haut, 400 m de long, 115 000 m³) dans les secteurs les plus émissifs du fait de la forte granulométrie, à partir de sablons extraits sur le site même de l'ancienne carrière (figure 4) ;

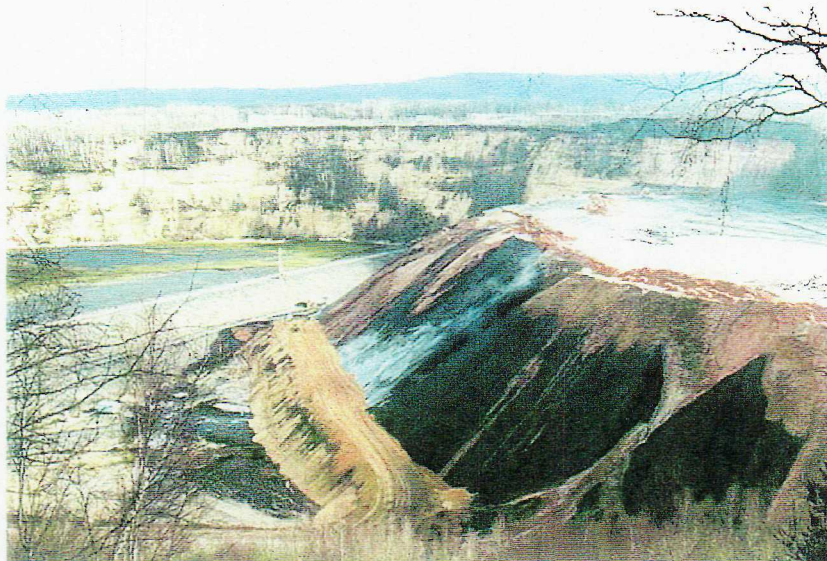


Figure 4 : Schistier Simon, secteur Ouest, mars 2000 : vue de la butée de pied initiale destinée à étancher les parties les plus perméables du remblai.

- à projeter sur le reste du flanc une coque de béton projeté épaisse d'une vingtaine de centimètres (soit au total 10 300 m³ d'un coulis de cendres volantes et de ciment), à partir d'une nacelle, pour une première action rapide d'étanchéification (figures 5 et 6) ;
- à poursuivre les apports de sablons extérieurs au site pour continuer à masquer les foyers en crête (20 000 m³).



Figures 5 et 6 : Projection de béton projeté pour étancher rapidement les secteurs en échauffement.

4. Investigations (étude thermographique, sondages)

La cartographie des températures de surface (figure 7) a été obtenue le 19 janvier 2002 par thermographie aérienne (analyse de la température réfléchie au scanner multispectral).

Elle a permis d'implanter au droit des secteurs chauds 30 sondages destructifs (figure 8) profonds de 30 à 80 m de longueur (23 verticaux et 7 inclinés pour explorer le pied de talus), réalisés en 2 campagnes, équipés pour la mesure des températures internes à l'aide de thermocouples.

Ces investigations ont révélé qu'une grande partie du schistier était en combustion, avec des températures internes de 50 à 90°C, pouvant localement s'élever à 150°- 300°C sur les flancs. Le foyer principal était situé en pied de talus, dans la zone centrale, là où l'on avait commencé à masquer les zones les plus émettrices de fumerolles.

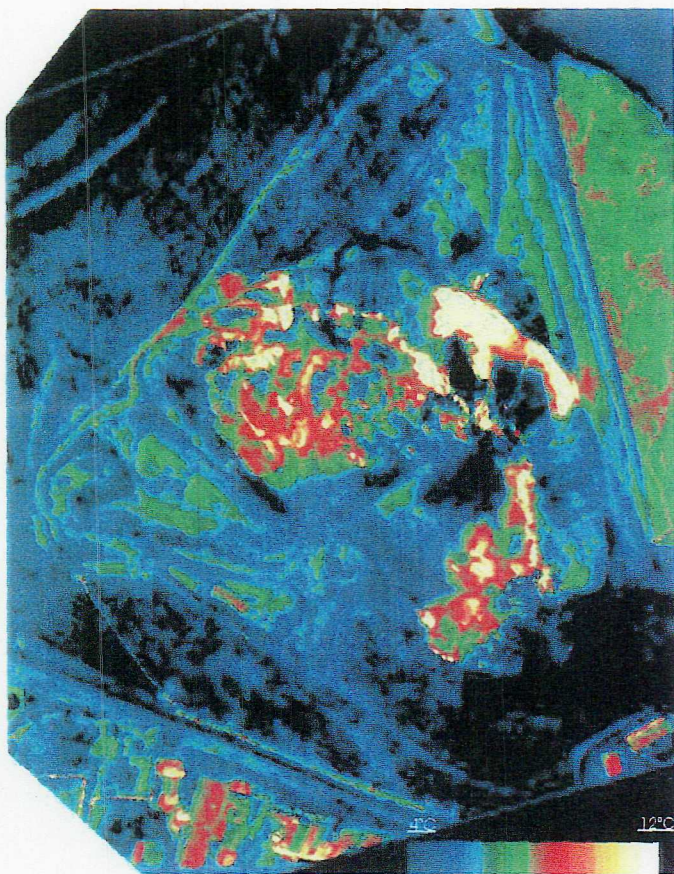


Figure 7 :

Carte thermographique du schistier (19 janvier 2002), traitement fausse couleur.

Les secteurs où les températures radiométriques apparentes de surface sont les plus élevés figurent en blanc et en orangé.

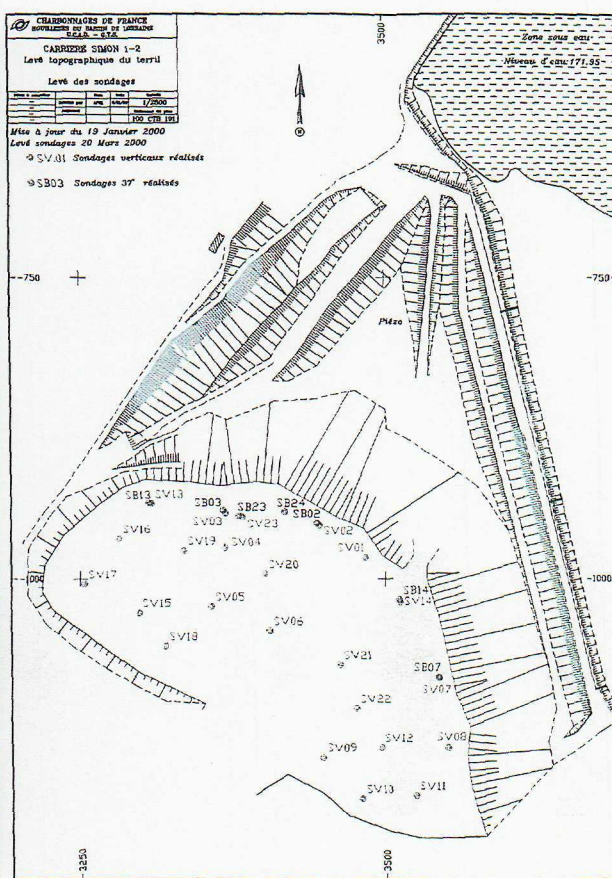


Figure 8 :

Localisation des 30 sondages verticaux et obliques équipés pour la mesure des températures internes du schistier.

5. Traitement retenu

Les solutions de traitement classiques par défournement total ou partiel (Kim et al., 1993, Paquette et al., 1998, Walker, 1999) devenaient dès lors prohibitives, tant techniquement que financièrement, vu l'importante masse de produits échauffés.

La solution de mise en sécurité du site finalement retenue fut le confinement intégral du dépôt sous des sables limoneux utilisés en butée du grand talus et en recouvrement de la plate-forme.

L'objectif du traitement était de supprimer les nuisances environnementales en réduisant les entrées d'air et le volume des fumées émises et en abaissant les températures internes de combustion.

Les sables ont été extraits sur le site même de l'ancienne carrière, prélevés sur une butte résiduelle en tête du dépôt, dans le secteur Sud de la carrière. Ceci a permis d'éviter toute circulation excessive de camions sur les routes alentours pour l'apport de sablons à partir de carrières locales encore en activité.



Figure 9 : Etat d'avancement de la risberme le 1^{er} juillet 2000.

Pour cela, les sables ont été mis en place par tranches montantes de 0,3 m soigneusement compactées.

Les travaux de terrassements en grande masse (emprunt et mise en place de 490 000 m³ de sablons compactés sur le dépôt) ont été réalisés entre juillet et octobre 2000, avec des cadences moyennes hebdomadaires, sur 2 postes de travail, de 30 500 m³ / semaine (figure 9). Ces cadences ont été permises par les faibles distances de roulage, avec des engins chargés uniquement en descente.

Les matériels utilisés en fonction du phasage ont été : une pelle RH30 et un chargeur CAT 980 alimentant 4 tombereaux 769C et 3 camions articulés CAT 25T pour la construction de la première partie du masque, un buteur D10H et 4 motoscrapers 631E pour l'élévation finale du remblai.

Le talus du schistier a été masqué par une grande risberme (pente intégratrice de 27°) avec trois banquettes drainantes intermédiaires (figures 10 et 11), larges de 5 mètres, réglées pour permettre une bonne gestion des eaux de ruissellement (contre-pentes amont et latérales de 2%, mise en place de cunettes souples en géotextiles imprégnés de bentonite et de descentes d'eau en tuiles de béton emboîtées).

La risberme a été dimensionnée de manière à obtenir une épaisseur de masque en crête de 2,5 m, soit près de 15 à 20 m d'épaisseur à la base du talus, au droit des parties les plus perméables et les plus chaudes. Sa stabilité a été contrôlée vis à vis du risque de rupture circulaire, pendant la phase des travaux, ainsi qu'à long terme, pendant et après ennoyage de la carrière.

Les talus et la plate-forme ont été ensemencés de graminées par projection de graines et de fertilisants au canon hydraulique pour les préserver de l'érosion.

L'épaisseur de sables limoneux mis en place sur la plate-forme est d'au moins 1,50 m. Son modelé avec contre-pente préserve le dépôt de l'érosion par les eaux de ruissellement.

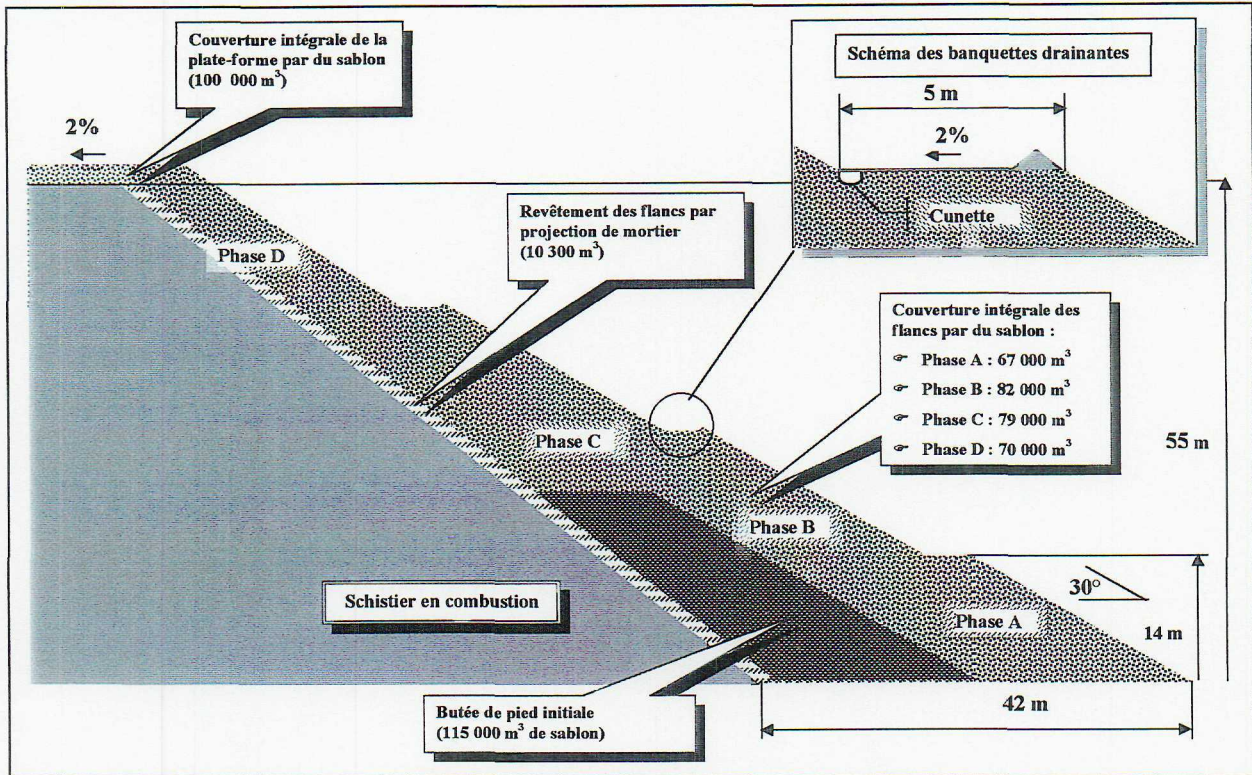


Figure 10 : Coupe type des travaux de confinement du schistier Simon.



Figure 11 : Vue finale du schistier avec ses 3 banquettes drainantes (mai 2002).

6. Surveillance

Ces travaux ont pleinement atteint leur objectif puisque aucune odeur ni fumerolle n'est aujourd'hui perceptible sur le site.

Le système de télésurveillance des teneurs en CO n'indique plus d'émission significative.

Les températures internes, régulièrement mesurées dans le réseau de sondages de contrôle demeure opérationnel, marquent une décroissance nette (figures 12, 13, 14). Les foyers émissifs à forte température ont disparu avec le confinement, les températures internes, inférieures à 80°C pour la plupart, ont baissé en moyenne de 10 à 20°C depuis 2 ans. Le pronostic est une lente décroissance des températures internes au fil des ans.

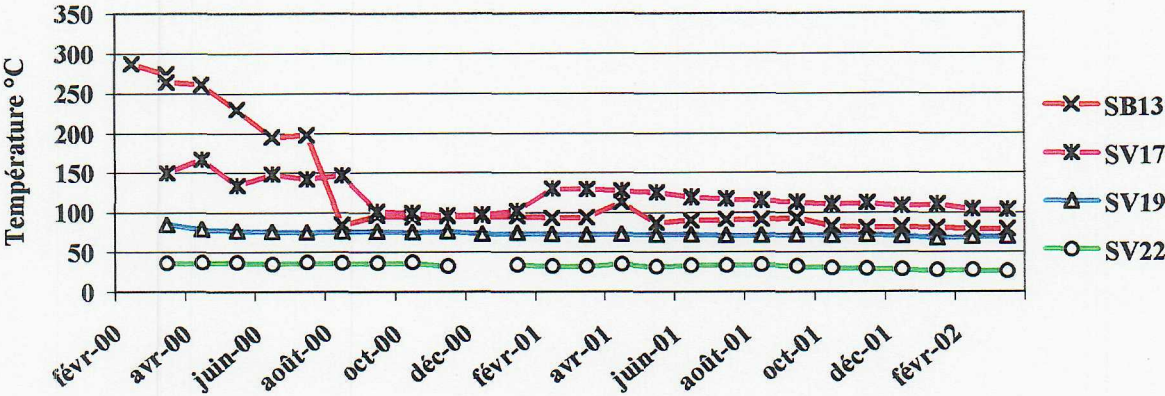


Figure 12 : Evolution des températures maximales relevées dans quelques sondages.

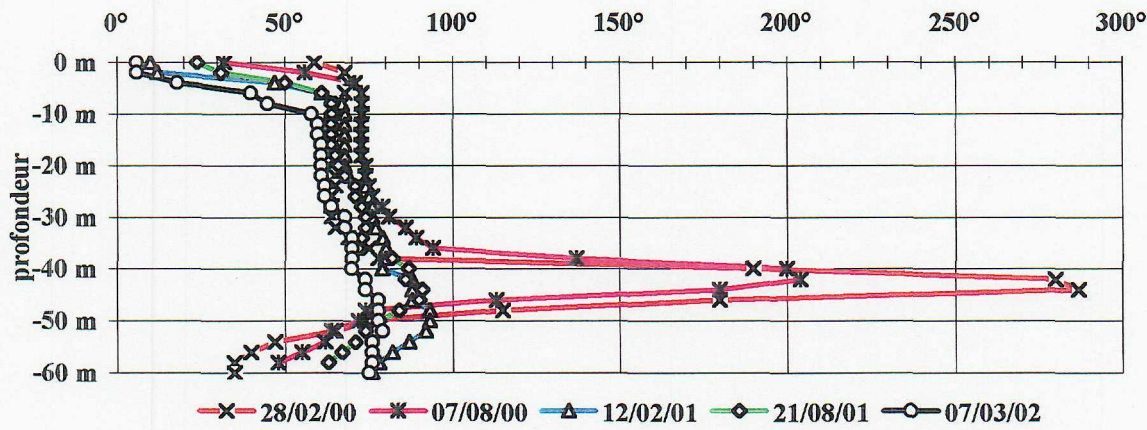


Figure 13 : Evolution des températures internes relevées dans le sondage SB13 incliné parallèlement au grand talus.

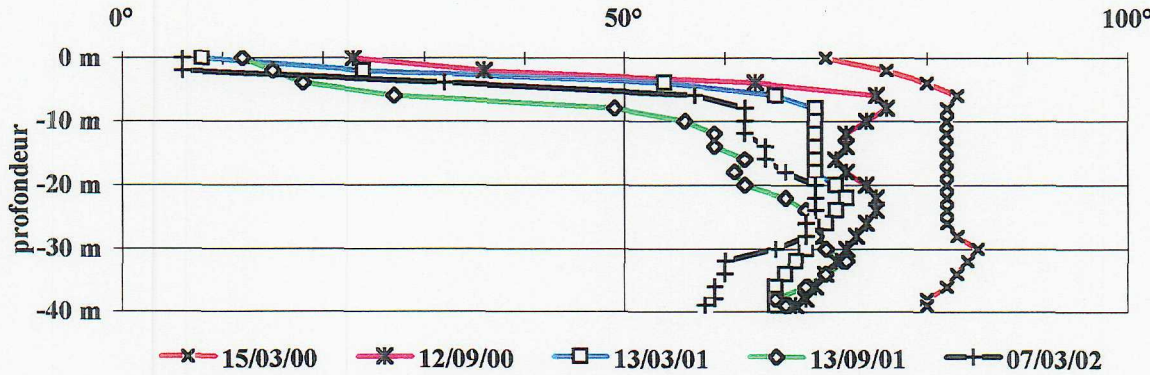


Figure 14 : Evolution des températures internes relevées dans le sondage vertical SV19.

7. Conclusion

Cette solution de confinement intégral du schistier en combustion, sous plus de 600 000 m³ de sablons, a rempli parfaitement ses objectifs en supprimant les émissions de fumerolles et la stagnation des fumées dans la carrière lors des périodes d'inversion thermique. Sans défournement ni manipulation de produits chauds, cette solution a eu pour avantage de ne générer aucune poussière ni fumée pendant les travaux. Elle a pu se dérouler dans des conditions de sécurité optimales pour les opérateurs. Elle a permis par ailleurs de traiter le site, au plan paysager, et de stabiliser à long terme le grand talus du schistier en abaissant sa pente de 35 à 27°.

Grâce à ce traitement, le bassin à schlamms pourra finalement être exploité en toute sécurité, selon les règles de l'art. A terme, le site de la carrière sera mis en sécurité (remodelage des hauts de talus, butée des fronts de taille sensibles) avant sa mise en eau provoquée par la remontée de la nappe à l'arrêt des exhaures minières, à l'horizon 2015.

8. Références bibliographiques

Kim A.G., Chaiken F. (1993) - Fires in abandoned coal mines and waste bank - *Bureau of Mines Information Circular 9352*, U.S. Department of the Interior, 57 p.

Paquette Y. (1997) – La combustion des remblais houillers et crassiers sidérurgiques – *Mines et Carrières – Les Techniques*, numéro « Digue et Terrils », novembre, 23-33

Paquette Y., Audouin M., Wojnarowicz M., Lac C. (1998) – Maîtrise de remblais sidérurgiques et houillers en combustion. Traitement de la zone industrielle de Decazeville – *Revue Travaux*, n°741, avril, 26-34.

Walker S., (1999) - Uncontrolled fires in coal and wastes - *IEA Coal Research*, London, 72 p.

Les auteurs remercient MM Pierre Mentzer et Lucien Ditsch, de la direction de l'Unité d'Exploitation Jour des HBL, Mr Tomasina (Muller TP) et Mr Jean Jacques Henry (Henry SA) pour leur contribution technique dans la conception et l'exécution de ce projet.